

PAT-NO: JP408227513A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08227513 A  
TITLE: MAGNETIC HEAD SLIDER  
PUBN-DATE: September 3, 1996

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
SATO, TOSHIHARU

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
CITIZEN WATCH CO LTDN/A

APPL-NO: JP07032069  
APPL-DATE: February 21, 1995

INT-CL (IPC): G11B005/60 , G11B017/32 , G11B021/21

## ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the stable low floating performance by forming plural pad groups for generating a positive pressure to the area attaining more than a half length of a magnetic head slider from the air inflow end.

CONSTITUTION: The plural pads of a pressure generating part are constituted of a 1st pad 3, 2nd pads 2a, 2b, 2c, 2d, and 3rd pads 4, 5, then the 2nd pads 2a-2d are formed along the axis 1 in the longitudinal direction of the magnetic head slider from the air inflow end located at nearly the center in the shorter side direction of the magnetic head slider. The taper 2a is formed at the part nearest to the air inflow end, and the part 2b in nearly the rectangular shape is formed from the end of the taper. Consecutively, the narrow rectangular pad 2d is formed near the air flowing out end. The tapers of the 2nd pads 2a-2d come into play to take in a lot of air by the lower surface of magnetic head slider. Also, a small element pad 6 hardly generating the positive pressure is arranged at nearly the center of the air flowing out end. Consequently, the stable low flowing performance is obtained.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-227513

(43) 公開日 平成8年(1996)9月3日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/60			G 1 1 B 5/60	Z
17/32		9294-5D	17/32	C
21/21	1 0 1		21/21	1 0 1 P

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-32069

(22) 出願日 平成7年(1995)2月21日

(71) 出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 佐藤 利晴

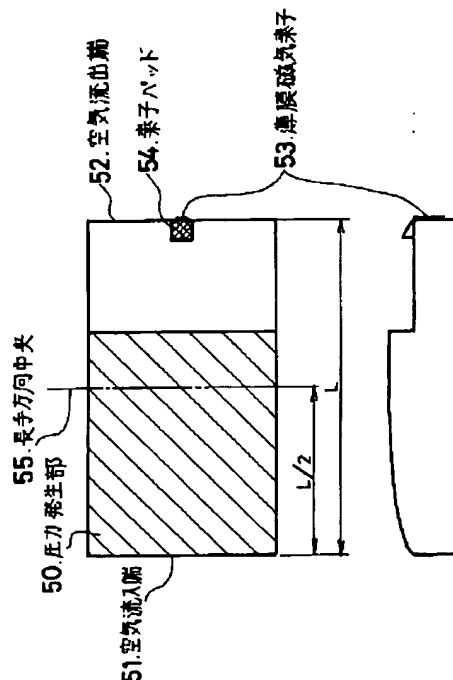
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッドスライダ

(57) 【要約】

【目的】 薄膜磁気素子における磁気ディスクとの隙間量を、磁気ディスクの回転速度に依らず一定でしかも安定に低浮上量を保つことのできる磁気ヘッドスライダの構造を提供すること。

【構成】 薄膜磁気素子は磁気ヘッドスライダの空気流出端中央に形成した素子パッドに配置し、この素子パッドは揚力がほとんど発生しない程度の大きさとした。次に圧力発生部として、磁気ヘッドスライダの空気流入端寄りに正圧を発生させるための複数のパッドを形成し、また負圧が発生するような形状とした。これらの複数のパッドと薄膜磁気素子を有する素子パッドは磁気ヘッドスライダの長手方向に対してある所定の距離を隔てるように形成した。そして、磁気ヘッドスライダの磁気ディスクに対向する面全体をクラウン形状とした。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 正圧を発生させるための所定の形状を有する複数のパッドと負圧を発生させるための溝であるリセス部からなる圧力発生部と、該圧力発生部に空気を導入するために長手方向の一端に設けられた空気流入端と、空気を流出させるために長手方向の他端に設けられた空気流出端と、該空気流出端に設けられた磁気ディスクに情報を記録再生するための薄膜磁気素子と、該空気流出端に設けられた薄膜磁気素子を突設するための素子パッドとを有する磁気ヘッドスライダであって、前記圧力発生部は前記空気流入端から少なくとも磁気ヘッドスライダの長手方向長さの半分以上になるような位置に形成され、かつ前記複数のパッドのうち少なくとも一つのパッドは磁気ヘッドスライダの長手方向中央に形成され、さらに前記素子パッドと前記圧力発生部とは磁気ヘッドスライダの長手方向に対して所定の距離を有してなり、かつ前記素子パッドは圧力を発生させないような所定の形状を有して形成されていることを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項2】 前記圧力発生部のパッドは磁気ヘッドスライダの長手方向に対して所定の長さを有し、かつ短手方向の両端に設けられた一対の所定形状の第1のパッドと、該第1のパッドの短手方向の一端に内接し、かつ該第1のパッドより圧力が低くなるような略台形状を有する第3のパッドと、前記磁気ヘッドスライダの端手方向のほぼ中央に空気流入端側から所定の長さを有しかつ該第1のパッド間に前記空気流入端の両端より空気を双方向から流入させるような所定の形状を有する第2のパッドとからなり、該第1のパッドおよび該第2のパッドの長手方向の形状は所定の曲率を有するようなクラウン形状を有し、該第2のパッドの空気流入端側には所定の勾配を有する勾配部を有していることを特徴とする請求項1に記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項3】 前記圧力発生部のパッドは空気流入端の短手方向の両端に設けられた一対の所定形状を有する第1のパッドと、該一対の第1のパッドの短手方向の一端にクラウン領域を形成するように一部が内接するように設けられた略T字型の形状を有する第2のパッドとからなり、該クラウン領域の長手方向の形状は所定の曲率を有するようなクラウン形状を有し、該第2のパッドの分流部にはリセスを有し、該第2のパッドの分岐部には空気を両端方向に分流させるためのテーパを有してなることを特徴とする請求項1に記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項4】 前記第2のパッドは、磁気ヘッドスライダの長手方向寸法Lに対して少なくとも $L/2$ 以上の領域まで形成されていることを特徴とする請求項3に記載の負圧型磁気ヘッドスライダ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気ディスク装置にお

2

ける磁気ヘッドスライダに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の磁気ディスク装置において、情報の読み書きは磁気ディスクを回転させながら磁気ヘッドスライダを動かすことにより、磁気ヘッドスライダを磁気ディスク上の任意の位置へ移動させて行っている。磁気ヘッドスライダはロードビームと称するバネ構造体の一端に取り付けられており、ある一定荷重で磁気ディスク側に押し付けられている。このロードビームの他端はロータリ型またはリニア型のアクチュエータに取り付けられており、従って、磁気ヘッドスライダはアクチュエータを動かすことによって、連動して移動することになる。磁気ヘッドスライダの位置は、予め磁気ディスクに記録されているサーボ情報によって知ることができ、位置決めはサーボ情報をもとにアクチュエータをコントロールすることにより実現される。

【0003】磁気ヘッドスライダは磁気ディスクとある隙間を常に保ちながら移動および情報の読み書きをするようになっている。このように磁気ヘッドスライダが磁気ディスクとある隙間量を保っている状態を浮上状態と呼ぶ。浮上状態での素子部における磁気ヘッドと磁気ディスクの隙間量は、磁気ヘッドの電磁変換効率に大きく影響する。高容量化および高密度化を達成するためには、できる限りこの隙間量を小さくすることが望ましい。1995年の現在では浮上量は50 (nm)～100 (nm)が主流であるが、1997年には50 (nm)～30 (nm)程度が必要とされている。反面、隙間量が小さくなると、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクの接触する危険性は増大し、磁気ディスク装置における信頼性は低下する。

【0004】磁気ヘッドスライダの浮上のメカニズムについて説明する。磁気ディスクの回転によって、磁気ディスクと磁気ヘッドスライダ間には空気が流入し、圧力いわゆる動圧が発生することになる。この動圧によって磁気ヘッドスライダには磁気ディスクから離そうという力、いわゆる揚力が作用することになる。この揚力は磁気ディスクと磁気ヘッドスライダ間の隙間形状やディスクの回転速度、空気の粘性、周囲の気圧等によって変化する。一方、磁気ヘッドスライダはロードビームにより、ディスクに向かって所定の荷重で押し付けられている。磁気ヘッドスライダは磁気ディスク回転によって生じる揚力とロードビームによる押し付け力とが釣り合う位置で浮上することになる。

【0005】磁気ヘッドスライダと磁気ディスクとの隙間形状はそこに発生する動圧の大きさや圧力分布形状に大きく影響する。通常、磁気ヘッドスライダの磁気ディスクへ対向している面には凹凸加工を施し、所要の揚力や圧力分布状態を得るようにしている。この磁気ヘッドスライダのディスクに対向する面を一般にAir-Bearing Surface (以降ABSと略記する)と呼び、この凹凸形

状をABS形状と呼んでいる。磁気ヘッドスライダの設計では、磁気ヘッドスライダが使用される磁気ディスク装置でのディスク回転速度や半径位置などの使用条件に対して所要の浮上特性を得るようにABS形状やロードビームの押し付け力を決定していくことになる。

【0006】図13は磁気ヘッドスライダのABS形状について従来例を示したものである。図に示すように、ABS形状としてはスライダの長手方向に沿って形成された矩形型の2本のレール111およびレール112がスライダの左右に配置されており、それぞれのレールの空気流入側にはテーパ111a、112aが形成されている。テーパはスライダレール面に、より多くの空気を流入させる働きをする。一方、素子113はレールの空気流出端に配置される。通常磁気ヘッドスライダでは、浮上時における磁気ディスクと磁気ヘッドスライダの隙間量として、素子部の隙間量が最も小さくなるようにスライダ形状を設計している。このため、浮上状態では素子部が磁気ディスクに最も近接していることになる。磁気ヘッドスライダの長軸と磁気ディスクのなす角度はピッチ角と呼ばれ、主としてABS面に生ずる圧力分布形状によって決定される。

【0007】このように、2本の矩形レールと斜面によって形成された磁気ヘッドスライダ形状を2レールテーパフラット型または単にテーパフラット型と呼んでいる。このようなABS形状は機械研削加工によって成形することができるためこれまでの主流として用いられてきた。2レールテーパフラット型の磁気ヘッドスライダの磁気ディスクの回転速度と素子部の浮上量およびピッチ角との関係について、図14に一例を挙げる。この図に示したように、磁気ディスクの回転上昇に伴い浮上量は増加し、またピッチ角も増加する。

【0008】テーパフラット型磁気ヘッドスライダでは、磁気ディスクの回転上昇に伴って浮上量が増加するため、ディスク全面に渡って低浮上を実現することは難しい。たとえば、磁気ディスクドライブにおける最内周において、磁気ヘッドスライダ素子部と磁気ディスクとの隙間量を20(nm)となるように設計しても、外周へ行くに従って磁気ディスクの接線方向速度は増加するので、隙間量は増加することになる。

【0009】ロータリ型のアクチュエータを採用した磁気ディスク装置では、外周へ行くに従ってスライダの長軸と磁気ディスクの回転方向のなす角、すなわちスキュー角が増加する。このスキュー角が増加することによって揚力は低下する。磁気ディスクの接線方向速度の増加による揚力の増加と、スキュー角の増加による揚力の低下を相互に利用して浮上量の変化を抑える方法も提案されているが、その方法で補正できる量には限度があり、やはりディスク全面に渡って低浮上を実現することは難しい。

【0010】一定浮上量を実現する方法として、負圧の

発生を利用した磁気ヘッドスライダが報告されている。たとえば、US Patent #4420780にその一例が示されている。

【0011】従来型の負圧発生型の磁気ヘッドスライダとして、US Patent \$4420780を挙げ図15に示す。この磁気ヘッドスライダは、磁気ヘッドスライダの長手方向に沿って、空気流入端から空気流出端までのびる一対のサイドレール131および132と、このサイドレールを接続するように空気流入端沿って配置された横断レール135からなっている。磁気素子は、サイドレールの空気流出端に配置されている。また、ABS面全体はクラウン形状となっている。前記レールによって磁気ヘッドスライダのリセス形状は空気流出端のみが解放された状態となっており、このため、磁気ディスクの回転によって、このリセス領域には負圧が発生することになる。

【0012】この磁気ヘッドスライダでは、磁気ディスクの回転速度が上昇した場合、レール面に発生する正圧は増加し、一方、リセス領域に発生する負圧の大きさも増加することになる。このため、磁気ヘッドスライダ全体にかかる総揚力はあまり変化せず、磁気ディスクの回転速度が変化しても、浮上量はほとんど変化しないことになる。

【0013】このように、負圧発生型の磁気ヘッドスライダは、一定浮上量を実現するために有効である。また、正圧を発生させるレール面での平均圧力を大きくできるという点から、レール形状の寸法公差や耐衝撃性に優れている。このようなことから、現在の高容量型の磁気ディスク装置においては、多く採用されている。

【0014】一方、この磁気ヘッドスライダではABS面全体が磁気ディスクに向かって凸型に膨らんだ形状をしている。この凸形状を一般にクラウン形状と呼び、凸量をクラウン量と呼ぶ。磁気ディスクが非回転のときに磁気ヘッドスライダを磁気ディスクに着陸させておくコンタクトスタートストップ(以降、CSSと略記する)方式の磁気ディスク装置に使用した場合、ABS全体をクラウン形状とすることによって、磁気ディスクの非回転時にはスライダ長手方向の一部が磁気ディスクと接触し、他の部分は磁気ディスクから離れていることになる。このため、磁気ディスクと磁気ヘッドとの吸着をある程度防止することができる。また、クラウン形状により、接触状態でも僅かな隙間があるために、磁気ディスクの回転速度が小さいときでもスライダレール面に空気が流入しやすく、より低速回転で浮上することになる。このため、磁気ヘッドスライダが磁気ディスクと接触している時間を少なくすることができ、摩擦、磨耗による寿命の低下を小さくすることができる。

【0015】しかし、このような従来型の負圧発生型の磁気ヘッドスライダでも、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクとの隙間量が非常に小さくなった場合には浮上量

が不安定になるという問題が生じる。これは次のような理由による。

【0016】隙間量が分子平均自由行程に比べて同程度、あるいは小さくなった場合には分子相互の衝突、あるいは磁気ヘッドスライダおよび磁気ディスク表面への衝突回数が少なくなるために、隙間流れの状態は希薄流れの状態となる。このため、マクロ量としての圧力は時間軸上ではゆらぐことになり、安定でかつ十分な揚力は得られなくなってくる。大気圧1013 (hecto-Pascal) で室温20 (°C) の場合、分子平均自由行程は65 (nm) となる。前述したように、素子部の隙間量が20 (nm) 程度と非常に小さくなった場合には、その近傍のレール面も同程度に磁気ディスクに近づくことになり、このレール面で受ける正圧の大きさは不安定となり、また小さくなる。このため、安定した低浮上姿勢を維持することはできなくなり、磁気ディスクへの接触などによる、素子あるいは磁気ディスク面損傷の危険性は増大する。

【0017】従来技術としての別例を図16に示す (EP0558983A1)。磁気ヘッドスライダのABS形状としては、磁気ヘッドスライダABS面の短手方向両端に、磁気ヘッドスライダの長手方向に沿って矩形状の第一のパッド141、第二のパッド143がある。この第一および第二のパッドには、それぞれのレールの空気流入側に斜面141a、143aを有している。このレールは、磁気ヘッドスライダ全長に対して途中まで延びている。一方、磁気ヘッドスライダABS面の流出端のほぼ中央には、おおよそ矩形状の小さな第三のパッド145がある。素子147はこの第三のパッドの流出端面側に形成されている。この磁気ヘッドスライダの特徴は、第一および第二のパッドが磁気ヘッドスライダの全長に対して途中で途切れていることと、第三のパッドの大きさが小さくて、磁気ディスクの回転によって発生する動圧がわずかであることである。

【0018】この磁気ヘッドスライダでは、磁気ディスクの回転により左右のレールに圧力が発生するため、磁気ディスクの回転上昇に伴って磁気ディスクと磁気ヘッドとの隙間量およびピッチ角は増加することになる。しかし、素子が配置されている第三のパッド部に発生する圧力は第一および第二に発生する大きさに比べて小さいため、磁気ディスクの回転速度が上昇しても、第三のパッドを磁気ディスクに近づけておくことが可能となる。すなわち、磁気ディスクの回転速度の変化による、素子部の隙間量の変化を小さく抑えることができる。ただし、このためには第一、第二、第三のパッドの大きさや位置および磁気ヘッドスライダが回転する際のピボット位置を十分に調整することが必要となる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】図16に示した従来型の磁気ヘッドスライダにおいて、一定でかつ低浮上を実

現するためには、浮上量および浮上姿勢に大きく影響する2本のレールの、幅や長さやピボットの位置などの寸法公差を厳しく管理する必要があった。また、素子が形成されているパッドの大きさを、そこに発生する動圧が無視できる程度まで小さくしておく必要があるが、パッドの大きさを小さくした場合にはCSSS時における磨耗損傷や磁気ディスク面へのキズ等の問題が生じてくる。

【0020】従来の磁気ヘッドスライダにおける上記課題を解決するため、本発明の目的は、磁気ディスク回転速度によらず素子部の磁気ディスクとの間隔を低く保ち、また磁気ディスク回転の低速時には素子部が接触しないような、磁気ヘッドスライダを提供するところにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は磁気ヘッドスライダの磁気ディスク対向面形状として、圧力発生部50として正圧および負圧を発生させるようなABS形状とし、かつABS面全体をクラウン形状とした。また、薄膜磁気素子53は磁気ヘッドスライダの空気流出端51のほぼ中央に形成した素子パッド54の空気流出端51側面に配置した。この素子パッド54は、ほとんど正圧を発生させない程度の大きさである。磁気ヘッドスライダを浮上させるための前記ABSとして、磁気ヘッドスライダの空気流入端51より、少なくとも磁気ヘッドスライダの長手方向中央に対して前後に、正圧を発生させるための所定形状を有する複数のパッド群を形成した。また、パッド群のなかの少なくとも一つは磁気ヘッドスライダの長手方向中央55を横切るように形成した。さらには、このパッド群と薄膜磁気素子53を配置している素子パッド54とは、磁気ヘッドスライダの長さ方向に対して、少なくとも重ならないように、ある距離を隔てるように配置した。

【0022】

【作用】磁気ヘッドスライダのABS形状として、少なくとも空気流入端51から磁気ヘッドスライダの長手方向長さの半分以上の領域まで複数のパッドを形成しており、かつ磁気ヘッドスライダの長手方向中央55にパッドが存在するため、クラウン量を大きくとることができる。このため、磁気ディスクが非回転時および低速回転時のときには、薄膜磁気素子53を磁気ディスクから離しておくことができる。さらには、磁気ディスクの回転によって磁気ヘッドスライダと磁気ディスクの間には動圧が発生するが、ここには正圧のほかに負圧も発生するため、磁気ディスクの回転の増減による総揚力の変化は少ない。ロードビームに対抗する揚力は、少なくとも空気流入端51から磁気ヘッドスライダの長さの半分以上の領域までに形成された圧力発生部50である複数のパッド群によって生成され、また、このパッド群の浮上隙間は分子平均自由行程よりも十分に大きな量であるため

に、空気の希薄化の影響を受けずに安定した揚力を得ることができる。一方、薄膜磁気素子53が配置されている空気流出端52の磁気ヘッドスライダのほぼ中心に形成されたパッドには動圧がほとんど発生しない。このため、磁気ヘッドスライダ前側のパッド群で安定した揚力を得ながらも、薄膜磁気素子53を磁気ディスクに対して十分に近づけることができる。また、薄膜磁気素子53が配置されている素子パッド54の大きさとして、発生する動圧が僅かとなるよう面積を小さくしても、CSS時およびディスクの回転速度の低速時には、クラウン形状により磁気ヘッドスライダの長さ方向のおおむね中央部が磁気ディスクに接するため、薄膜磁気素子53の磨耗・損傷の心配はない。

【0023】

【実施例】

(実施例1) 以下、本発明による実施例を図面を基に説明する。図2は本発明による磁気ヘッドスライダを示したものである。圧力発生部の複数のパッドは以下に示すとおり、第1のパッドと第2のパッドと第3のパッドとから構成される。具体的には磁気ヘッドスライダの短手方向のほぼ中央の、空気流入端側から磁気ヘッドスライダの長手方向軸に沿って第2のパッドが形成されている。第2のパッドは大きく4つの部分からなっている。空気流入端に最も近いところでは図に示したようにテーパー2aが形成されており、テーパー終了時点からはほぼ矩形で構成される部分2bがある。つづいて、パッドの幅が空気流出端へいくに従って次第に狭くなっていく部分2cがあり、最も空気流出端に近いところではテーパーおよびそれにつづくパッドよりもかなり幅の狭い矩形の部分2dで構成される。第2のパッドにおいて、テーパーは磁気ヘッドスライダ下面により多くの空気を取り入れる働きをする。図にはテーパーで示しているが、微小段差であっても同様な効果が得られる。

【0024】磁気ヘッドスライダの長手方向に対してほぼ中央部の、磁気ヘッドスライダ短手方向の両端には、ほぼ矩形をした一对の第1のパッド1、3が形成されている。さらに、第1のパッドの磁気ヘッドスライダ内側には、ほぼ台形形状をした第3のパッド4、5が形成されている。第3のパッドは第1のパッドに比べて、そこに発生する正圧の大きさが小さくなるように段差を有している。磁気ディスクの回転によって、第1、第2のパッドおよび第3のパッドの部分には正圧が発生する。また、第3のパッドから空気流出端側のリセス9の領域に向かっては、磁気ディスクとの隙間が広がるような逆ステップ段差となっており、また平面的には末広がり形状となっているために、このリセス領域には負圧が発生することになる。たとえば、第1、第2のパッドと、第3のパッドとの段差を500(nm)、第3のパッドとリセスとの段差を1500(nm)とすることにより、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクの隙間には、磁気ディ

スクの回転によって正圧および負圧が発生する。第1、第2のパッドおよび第3のパッドの大きさや位置、段差量はこの限りではなく、各パッドの大きさや位置を調整することによって、正圧および負圧の大きさを変化させることが可能である。これに対し、従来例ではリセス領域で負圧の発生することではなく、2本のレール部に正圧が発生するようになる。

【0025】磁気ヘッドスライダの空気流出端の磁気ヘッドスライダ長手方向軸に沿って素子パッド6が配置されている。素子パッドはほぼ矩形をしている。この素子パッドは、磁気ディスクの回転により発生する動圧がほとんど生じない程度の大きさである。薄膜磁気素子8(以降、素子と略記する)は素子パッドの流出端に形成されている。

【0026】磁気素子が形成されている素子パッドと第1、第2、第3のパッドとは、磁気ヘッドスライダの長手方向に対し、ある距離を隔てている。このために、素子パッドが磁気ディスクに接触する程度まで近づいたとしても、他のパッドは磁気ディスクと空気の希薄化の影響を受けない、十分な隙間量を設けることができるため、安定した揚力を得ることができる。

【0027】本発明による磁気ヘッドスライダの側面図を図3に示す。本発明による磁気ヘッドスライダは、図3に示したようにABS全体が磁気ディスクに向かって凸型に膨らんだ形状をしている。すなわちクラウン形状となっている。本発明では、磁気ヘッドスライダの長さに対して少なくとも空気流入端から磁気ヘッドスライダの長さの半分以上の領域までパッドを形成しているために、クラウン量21は従来の磁気ヘッドスライダのように全長に渡ってレールが形成されている場合と同等のクラウン量を得ることができる。このような磁気ヘッドスライダに対し、ビボットの位置をたとえば磁気ヘッドスライダの中央とすることによって、磁気ディスクの非回転時にはスライダ長手方向のおおむね中央部が磁気ディスクと接触することになり、素子部は磁気ディスクから離れた状態となる。

【0028】このため、磁気ディスクが非回転時のときに磁気ヘッドスライダを磁気ディスクに着陸させておくコンタクトスタートストップ(以降、CSSと略記する)方式の磁気ディスク装置においては、CSS時に素子が磁気ディスクと接触しないため、摩擦、磨耗による素子の破損を防止することができる。クラウンの形状については特に限定しないが、円弧または放物線形状が望ましい。

【0029】上述したABSの加工には、例えばイオンミリング法を用いる。パッドを形成する領域にはドライフィルムレジストを紫外線照射によって硬化させ、非照射部は現像液を用いてドライフィルムレジストを取り除いておき、ここにイオンビームを照射することによってパッド以外の部分を削っていく方法である。

【0030】イオンミリング法によって、図2に示したABSを形成するには以下のような手順によって加工していく。磁気ヘッドスライダのABSを形成する面全体にドライフィルムレジストを塗布する。パッドとして残す部分のみに紫外線を当てるためマスクを使用するが、図2に示したABSの深さはリセス部を含み二種類あるために、2枚のマスクを使用する。1枚目は、全てのパッドに紫外線が当たるように生成したマスクであり、二枚目は第1、第2、素子パッドに紫外線を照射するためのマスクである。まず一枚目のマスクを使用して、磁気ヘッドスライダ上に塗布したドライフィルムレジストに紫外線を照射する。次に、1%濃度の炭酸ナトリウム溶液を用いて現像する。こうすると、紫外線が照射した部分にはレジスト膜がのこり、他の部分はレジストが取り除かれる。この状態で、第一回目のイオンミリングを行う。第一回目のイオンミリングではリセスと第3との段差に相当する深さを加工する。例えば、1500 (nm) の深さを加工する。その後、希薄なアルカリ溶液でレジスト膜を排除する。こうすると、ABSとしては全てのパッドと1500 (nm) 深さのリセスが形成された状態となる。次に、再度ドライフィルムレジストをABS全面に塗布し、二枚目のマスクを使用して紫外線を照射する。前記と同様に現像した後に第二回目のイオンミリングを行う。第二回目のイオンミリングでは、第1、第2のパッドと第3のパッドの段差に相当する深さを加工する。例えば、500 (nm) を削るように加工する。加工後に残ったレジストは希薄なアルカリ溶液を用いて排除する。これまで述べた手順によって、第1、第2、素子パッドは同一平面上にあって、そこから第3のパッドは500 (nm) の深さに、リセスは2000 (nm) の深さの段差形状となる。

【0031】クラウンの加工は特開平5-20826にあるように、たとえば次のようにして行うことができる。磁気ヘッドスライダの背面、すなわちABSを形成していない側を、ABS面に比べて粗さが大きくなるように粗面加工を施す。このようにすると、磁気ヘッドスライダの背面には残留応力が生じ磁気ヘッドスライダは反った状態となる。反りが生じる方向は粗面加工を施す位置、形状によってコントロールすることができる。このようにして磁気ヘッドスライダにクラウンを形成することができる。

【0032】このようにして、図2に示した磁気ヘッドスライダを製造することができる。ただし、上述した方法によってクラウンを加工しても、従来の磁気ヘッドスライダのように、パッドが空気流出端に形成された僅かな大きさのパッドのほかに、磁気ヘッドスライダの空気流入端の近傍にしかない場合には、ABS領域内でのクラウン量は極わずかな量になってしまう。また、そのような従来型のスライダではピボット位置がパッドよりも磁気ヘッドスライダの流出端側になってしまうために、

素子部のパッドは磁気ディスクに接触してしまうことになる。このため、CSS時に素子を磁気ディスクから離しておくことが非常に難しくなる。その点、本発明による磁気ヘッドスライダではクラウン形状とし、かつ磁気ヘッドスライダの長さに対して少なくとも空気流入端から磁気ヘッドスライダの長さの半分以上の領域までパッドを形成しているために、磁気ディスクの非回転時および低速回転時に素子部を磁気ディスクから離しておくことができる。

10 【0033】発明した磁気ヘッドスライダの浮上のメカニズムについて説明する。図5は発明した磁気ヘッドスライダ41とそれを保持し、かつ磁気ディスクに向かって所定の荷重で押し付けておくための磁気ヘッドスライダ支持体43と、磁気ディスク45との関係を示したものである。磁気ヘッド支持体は通常ステンレス鋼の薄板材料を用いた弾性構造体である。磁気ヘッド支持体に磁気ヘッドスライダを接着した状態で、磁気ヘッド支持体はある程度弾性変形させた状態で、磁気ヘッドスライダは磁気ディスクに押し付けられている。磁気ヘッド支持体の磁気ヘッドスライダが接着される部分は、磁気ヘッドスライダが柔軟に回転できるような構造となっている。この機構を模式的に表現すると図に示したようなピボット47で表すことができる。磁気ヘッドスライダはこのピボット回りに回転することができる。

30 【0034】磁気ディスクが回転することによって、磁気ヘッドスライダのABSには圧力が発生する。本発明による磁気ヘッドスライダでは前述したように、磁気ヘッドスライダの空気流入端寄りに正圧、空気流出端寄りに負圧が発生するため、ピボット位置が磁気ヘッドスライダの中央にあり、かつパッドが空気流入端より2/3程度の範囲まで形成されていても、磁気ディスクの回転速度の変化によるピッチ角の変化は従来のものよりも大きくとることができる。これに対し、従来の方法を用いて本発明による磁気ヘッドスライダと同様な、磁気ディスクの回転速度とピッチ角の関係を得ようするとピボット位置を磁気ヘッドスライダの中央よりも空気流出端側へ大きくずらす必要がある。ただし、このようにピボットの位置をずらすことによって、ピッチに関する慣性モーメントは大きくなり、磁気ディスクのうねりに対する追従特性は低下する。

40 【0035】このように、ピボット位置に対して磁気ヘッドスライダの空気流入端側に正圧を発生させるようにし、ピボット位置よりもほぼ磁気ヘッドスライダの空気流出端側に負圧を発生させるようにすると、磁気ディスクの回転速度に対してピッチ角の変化の大きな浮上特性をもつ磁気ヘッドスライダを得ることができる。このようにして、たとえば磁気ディスクの回転速度が上昇した際に、ピッチ角が増すことにより素子が磁気ディスクに近づく量と、揚力が増すことにより磁気ヘッドスライダ全体が磁気ディスクから離れていく量を等しくするよう

11

にABS形状を設計することで、結果として素子部の浮上量がほとんど変化しないようにすることができる。

【0036】さらには、ピッチ角が増すことにより素子が磁気ディスクに近づく量を、揚力が増すことにより磁気ヘッドスライダ全体が磁気ディスクから離れていく量よりも大きくした場合には、磁気ディスクの回転速度が上昇するにつれて、素子部の浮上量は逆に減少するという浮上特性を得ることもできる。このような浮上特性をもつ磁気ヘッドスライダはCSSを行わないタイプの磁気ディスク装置に適用することができる。たとえば、磁気ディスクが非回転時および低速回転時には磁気ヘッドスライダ全体が磁気ディスクから離れており、高速回転時になった際に素子部が磁気ディスクに近づくような挙動を示すことになる。また、磁気ディスクが非回転時および低速回転時のように十分な空気膜剛性が得られない状態で、外部からの振動・衝撃が作用した際には、磁気ヘッドスライダのABS面がクラウン形状となっているために素子部が接触して損傷するのを防ぐことができる。

【0037】本発明による方法では素子が形成されている素子パッドには動圧がほとんど発生しないため、磁気ディスクに十分に近づくことができる。一方、揚力は磁気ヘッドスライダの空気流入側のABS領域で得ている。磁気ディスクの定常回転時には、このABS領域は、磁気ディスクから十分に離れているために空気希薄化による揚力の低下、不安定性を回避することができる。結果として、磁気ヘッドスライダは安定した揚力を得ながらも、素子部を磁気ディスクに近づけた状態を実現することができる。

【0038】図6および図7は本発明による磁気ヘッドスライダの、磁気ディスクの回転速度に対する磁気ヘッドスライダの浮上量および浮上姿勢の変化の様子を示したものである。図6において、磁気ヘッドスライダの流出端付近をさらに拡大し、また、磁気ディスクの回転速度との関係を詳細に示したものが図7である。磁気ヘッドスライダのABS全体はクラウン形状となっているために、磁気ディスクが停止および低速回転のときには素子は磁気ディスクから離れており、磁気ヘッドスライダの中央部が接触している。しかし、磁気ディスクの回転速度が上昇するに従って磁気ヘッドスライダのピッチ角

【0039】外形寸法1.2(mm)×1.0(mm)×0.3(mm)の、図2に示したABS形状の磁気ヘッドスライダに対し、磁気ディスクおよび磁気ヘッドスライダ間の隙間流れに対する潤滑方程式を適用して浮上量および浮上姿勢を解いた結果を図8に示す。なお、磁気ヘッドスライダの空気流入端側に形成されているパッド群は空気流出端から0.95(mm)の領域C、すなわち磁気ヘッドスライダの全長Lの83%の領域まで形

12

成されている。素子パッドは長さ0.05(mm)、幅0.05(mm)の矩形形状をしている。また、第1のパッドと素子パッドとの磁気ヘッドスライダの長手方向の間隔は0.2(mm)となっている。このため、素子パッドと、第1のパッドの最流出端部との浮上量の差はピッチ角100( $\mu$ rad)あたり20(nm)となり、正圧を発生させるパッド部は空気希薄化の影響を受けない十分な浮上量を保つことができる。第3のパッドの深さは500(nm)、リセスの深さは2000(nm)である。クラウン量は20(nm)とした。なお、ロードビームの押しつけ荷重は19.6(mN)とした。

【0040】図8から、素子部における磁気ヘッドスライダと磁気ディスクとの隙間量は、磁気ディスクの回転速度2(m/s)~10(m/s)の範囲で24(nm)~30(nm)と低浮上でかつほぼ一定の値となっていることがわかる。

【0041】素子パッドの大きさが大きくなると、そこに発生する動圧は大きくなる。このため、本発明における磁気ヘッドスライダの素子パッドの大きさは、十分に小さくする必要がある。図13は本実施例における磁気ヘッドスライダに対し、素子パッドの大きさとそこに発生する揚力の大きさ、および素子部の浮上量の関係についてシミュレーションで得た結果である。磁気ディスクの回転速度は10(m/s)である。

【0042】図13に示した結果より、素子部の浮上量を30(nm)以下にするためには素子パッドの大きさを0.005(平方ミリメートル)以下にする必要がある。素子パッドの大きさは目的とする素子部の浮上量や磁気ヘッド全体の大きさ、ロードビームの押し付け力によって多少変動するが、30(nm)以下の低浮上量を達成し、かつ安定浮上を実現するためには、素子パッドの大きさを0.005(平方ミリメートル)以下にする必要がある。また、素子パッドの形状としては製造工程やCSS時におけるチッピングを防止するために、扁平率のおおきな形ではなく、正方形に近い形状が望ましい。

【0043】このような、磁気ディスクの回転速度の上昇にともなう磁気ヘッドスライダ素子部の浮上量の変化の特性は従来のものと大きく異なっている。磁気ディスクの回転速度に対する、磁気ヘッドスライダの浮上特性について、従来例と本発明のものを比較して図9に示す。図において、横軸は磁気ディスクの回転速度を、縦軸は素子部の浮上量を示している。図より、磁気ディスクの回転速度4(m/s)では従来型と本発明による磁気ヘッドスライダはほぼ同程度の浮上量となっているが、磁気ディスクの回転速度が上昇するに従って従来型は浮上量は増加し、一方、本発明によるものはほぼ一定の値を示している。また、磁気ディスクの回転速度上昇に伴うピッチ角の増加割合は、本発明によるもののほう



が非常に大きくなっていることがわかる。

【0044】本発明による磁気ヘッドスライダにおいて、素子が形成されている素子パッドには動圧がほとんど発生しない。このため、このパッドの4隅を十分に丸めても発生する圧力が大きく変化することはない。これは、たとえば外部からの大きな衝撃によってこのパッドが磁気ディスクに接触した際の磁気ディスクへの傷防止につながるため、好ましくはパッドの4隅を丸めておくといふ。

【0045】また、本発明による磁気ヘッドスライダのABS面全体に対し、カーボン硬質膜を形成しておくことは、CSS時における磁気ディスクとの摺動における耐磨耗性をさらに高めることになるため、有効な方法である。

【0046】(実施例2) 以下、本発明による他の実施例を図面を基に説明する。図4は本発明による磁気ヘッドスライダを示したものである。圧力発生部は第1のパッドと第2のパッドとから構成される。具体的には磁気ヘッドスライダの空気流入端の短手方向の両端には略台形をした一対の第1のパッド31、32が形成されている。また、第1のパッドの空気流入端にはテーパが形成されている。このテーパは磁気ヘッドスライダ下面に、より多くの空気を取り入れる働きをする。図にはテーパで示しているが、微小段差であっても同様の効果が得られる。磁気ディスクの回転によって、この第1のパッドには正圧が発生することになる。さらには、この第1のパッド31と32を接続するように磁気ヘッドスライダの短手方向のほぼ中央の空気流入側から磁気ヘッドスライダの長軸に沿って略T字形状をした第2のパッドが形成されている。

【0047】この第2のパッドは空気流入端側に向かって徐々に幅が狭くなるような略台形状の部分35aと、磁気ヘッドスライダの短手方向に沿って第1のパッドと接続するように配置された略矩形形状をした部分35cと、前記35aと35cを接続するように磁気ヘッドスライダの長軸に沿って配置された略矩形形状の部分35bとからなっている。

【0048】本実施例による磁気ヘッドスライダは、第1のパッドと第2のパッドに囲まれたリセス領域に負圧を発生させるようなABS形状としている。このリセス領域を以降、分流部と呼ぶことにする。この第2のパッドの35cの部分では、発生する正圧力は僅かであるが、ここから分流部に向かって逆ステップが形成し、負圧発生に大きく寄与することになる。発生する負圧大きさはリセス深さによって変化する。たとえば、リセス深さを2000(nm)とすることによって、負圧が発生することになる。

【0049】また、第2のパッドの台形形状となっている部分35aの形状効果としては、分流部の幅が徐々に狭くなるために、流速が上昇することになり、分流部に

発生する負圧の程度を大きくすることになる。また、第1のパッドと35aの3カ所で主なる揚力を得ることになり、3点支持によって磁気ヘッドスライダを支えることになる。

【0050】また、第2のパッドの35aは磁気ヘッドスライダの中央付近あるため、ここに正圧が発生することで磁気ヘッドスライダの重心位置の近くを支えることになる。このため、外部からの振動に対してビッチ変動の少ない、安定した浮上特性を得ることができる。また、CSS時のような磁気ディスクの回転速度が遅いときでも、第一および第二のパッド以外に、この第2のパッドで揚力を得るために、磁気ヘッドスライダ全体を同時に持ち上げる状態となり、テイクオフの早く良好な離陸特性を得ることができる。

【0051】この第2のパッドの35bの部分は、負圧の発生するリセス領域を磁気ヘッドスライダ長軸の左右に分けるためのものである。このため、35bのパッドの幅は、正圧がほとんど生じない程度の狭幅であってもよい。

【0052】また、磁気ヘッドスライダの空気流出端の磁気ヘッドスライダ長手方向軸上には素子パッド39が形成されている。薄膜磁気素子38はこのパッドの空気流出側に配置される。この素子パッドはほぼ矩形をしており、ここには磁気ディスクの回転によって圧力が発生しないように十分小さな大きさとしておく。第六のパッドには動圧がほとんど発生しないので、パッドの4隅を十分に丸め、パッドが磁気ディスクに接触した際にも傷をつけないようにすることが望ましい。

【0053】本発明における磁気ヘッドスライダにおいて、第1、第2のパッドおよび素子パッドはいずれも同一平面上にある。リセス領域は第2のパッドを境として、流入端側のリセスと流出端側のリセスの2つがある。この2つのリセスは同一深さである必要はないが、好ましくは同一深さが良い。これは、工数を削減し製造効率を上げることになり、さらにはコスト削減につながることになる。

【0054】本実施例で示した磁気ヘッドスライダも実施例1の場合と同様にクラウン形状とする。このため、磁気ディスクの非回転時にはスライダ長手方向の中央部が磁気ディスクと接触することになり、素子部は磁気ディスクから離れた状態となり、摩擦、磨耗による素子の破損を防止することができる。

【0055】本実施例で示した磁気ヘッドスライダの加工方法は、実施例1で述べた方法とほぼ同様である。ただし、本実施例で示した磁気ヘッドスライダのABS形状としては、リセス深さを1種類とすることができるため、パッドを形成する際に使用するマスクは一枚でよい。

【0056】発明した磁気ヘッドスライダの浮上のメカニズムについて説明する。磁気ディスクが回転すること

によって、磁気ヘッドスライダのABSには圧力が発生する。本発明による磁気ヘッドスライダでは前述したように、磁気ヘッドスライダのABSには正圧のほかに負圧も発生することになる。磁気ヘッドスライダの全揚力は正圧と負圧の和になる。このため、磁気ディスクの回転速度の変化に対する、揚力の変動は従来のものに比べてごく僅かとなる。すなわち、磁気ディスクの回転速度にほとんど依存しない浮上量特性を得ることができる。

【0057】本発明による方法では素子が形成されている素子パッドには動圧がほとんど発生しないため、磁気ディスクに十分に近づけることができる。一方、揚力は磁気ヘッドスライダの空気流入端から、スライダ全長に対して半分以上のABS領域で得ている。磁気ディスクの定常回転時には、このABS領域は、磁気ディスクから十分に離れているために空気の希薄化による揚力の低下、不安定性を回避することができる。結果として、磁気ヘッドスライダは安定した揚力を得ながらも、素子部を磁気ディスクに近づけた状態を実現することができる。

【0058】本実施例による磁気ヘッドスライダではピボットに対して空気流入端側に負圧が発生し、また、磁気ヘッドスライダの流入端側と磁気ヘッドスライダのほぼ中央付近に正圧が発生するようにABS形状を工夫している。このため、磁気ディスクの回転速度が変化した際のピッチ角の変化はそれほど大きくはないが、磁気ヘッドスライダにかかる全揚力の変化はほとんど生じない。結果として、素子部の浮上量はほぼ一定に保たれる。

【0059】上述したように、本実施例による磁気ヘッドスライダの磁気ディスクの回転速度の変化に対するピッチ角の変化の様子は実施例1で述べたものと大きく異なる。それは、磁気ディスクの回転速度の変化に対する、ピッチ角の変化による素子部の浮上量変動の程度と、揚力変動による素子部の浮上量変動の程度のどちらを主に利用するかである。実施例1で示した磁気ヘッドスライダは、ピッチ角の変化による影響を主として利用したものであり、本実施例2は揚力変動を主として利用したものである。どちらの方法によっても、素子部の浮上量を一定に、かつ安定した低浮上を実現することが可能である。

【0060】1.5 (mm) × 1.0 (mm) × 0.3 (mm) 大きさで、図4に示したABS形状の磁気ヘッドスライダに対し、磁気ディスクおよび磁気ヘッドスライダ間の隙間流れに対する潤滑方程式を適用して浮上量および浮上姿勢を解いた結果を図10に示す。なお、磁気ヘッドスライダの空気流入端側に形成されているパッド群は空気流出端から1.2 (mm) の領域C、すなわち磁気ヘッドスライダの全長Lの80%の領域まで形成されている。素子パッドは長さ0.05 (mm)、幅0.1 (mm) の矩形形状をしている。また、第2のパ

ッドと素子パッドとの磁気ヘッドスライダの長手方向の間隔は0.25 (mm) となっている。このため、素子パッドと、第2のパッドの最流出端部との浮上量の差はピッチ角100 (μrad) あたり25 (nm) となり、正圧を発生させるパッド部は空気の希薄化の影響を受けない十分な浮上量を保つことができる。リセスの深さは2000 (nm) である。クラウン量は20 (nm) とした。なお、ロードビームの押しつけ荷重は19.6 (mN) とした。

10 【0061】素子パッドの大きさは、本実施例における磁気ヘッドスライダも実施例1で述べたと同様に小さくする必要がある。

【0062】図10より、磁気ディスクの回転速度2 (m/s) ~ 10 (m/s) において、素子部の浮上量は22 ~ 10 (nm) の範囲と非常に低く保つことができる。このように素子部の隙間量は非常に小さいが、第2のパッドにおける隙間量は、磁気ディスクの回転速度が2 (m/s) のときでさえ30 (nm) 程度以上となっているため、空気の希薄化の影響を受けずに安定した揚力を得ることができる。

20 【0063】一方、磁気ディスクの回転速度が2 (m/s) 以下の低速状態における磁気ヘッドスライダと磁気ディスク隙間形状に注目してみる。磁気ヘッドスライダと磁気ディスクの隙間形状としては、磁気ディスクの回転速度が2 (m/s) までは第2のパッドが最も磁気ディスクに接近しているが、回転速度がそれ以上になると素子部が最も接近するようになる。このような、低速領域における磁気ヘッドスライダの浮上特性は接触磨耗/摩擦による素子の破損を防ぐことができ、また、接触面圧を小さくすることができるので良好なCSS特性を得ることができる。このため、磁気ディスク装置としての信頼性を高めることになる。

30 【0064】このような、磁気ディスクの回転速度の上昇にともなう磁気ヘッドスライダ素子部の浮上量の変化の特性は従来のものと大きく異なっている。磁気ディスクの回転速度に対する、磁気ヘッドスライダの浮上特性について、従来例と本発明のものを比較して図11に示す。図において、横軸は磁気ディスクの回転速度を、縦軸は素子部の浮上量を示している。図より、磁気ディスクの回転速度4 (m/s) では従来型と本発明による磁気ヘッドスライダはほぼ同程度の浮上量となっているが、磁気ディスクの回転速度が上昇するに従って従来型は浮上量は大きく増加している。一方、本発明によるものは浮上量の変化は少なく、磁気ディスクの回転速度が上昇するに従って浮上量は減少している。

40 【0065】また、本実施例による磁気ヘッドスライダのABS面全体に対し、カーボン硬質膜を形成しておくことは、実施例1の場合と同様にCSS時における磁気ディスクとの摺動における耐磨耗性をさらに高めることになるため、有効な方法である。

【0066】(実施例3) 実施例2では、素子部において磁気ヘッドと離しておくようにしているが、本発明による磁気ヘッドスライダは、素子部を磁気ディスクに接触させながら記録/再生を行う、いわゆるコンタクトレコーディングにも適用することができる。本発明による磁気ヘッドスライダでは、素子が配置されているパッド以外のABS面で、ロードビームの押し付け力に対抗するための揚力のほとんどを得ているために、磁気ディスクへの接触荷重は極僅かとなる。このため、接触しているパッドの磨耗量は僅かとなり、磁気ヘッドスライダの耐久性および信頼性を向上させることができる。

#### 【0067】

【発明の効果】本発明による磁気ヘッドスライダは、そのABS形状として、少なくとも空気流入端から磁気ヘッドスライダの長さの半分以上の領域までに正圧を発生させるための複数のパッド群を形成し、また、磁気ヘッドスライダの空気流出端のほぼ中央に正圧をほとんど発生させない程度の小さなパッドを配置してその空気流出端面に薄膜磁気素子を配置した。そして、パッド群と薄膜磁気素子を配置している素子パッドとは、磁気ヘッドスライダの長さ方向に対して、少なくとも重なることがないよう、所定の距離を隔てるように形成した。前記パッド群はABS面に負圧が生じるような形状とした。さらには、ABS面全体をクラウン形状とした。このため、クラウン量を大きくとりながらも、薄膜磁気素子部分の浮上量が磁気ディスクの回転速度に依存せず、安定した低浮上特性を実現することができた。すなわち、一定浮上でかつ安定低浮上を実現することができる。

【0068】また、磁気ディスクが非回転時および低速回転時のときには、薄膜磁気素子を磁気ディスクから離しておくことができ、薄膜磁気素子が配置されているパッドの大きさとして、発生する動圧が僅かとなるよう面積を小さくしても、CSS時およびディスクの回転速度の低速時には、クラウン形状により磁気ヘッドスライダの長さ方向のおおむね中央部が磁気ディスクに接するため、磁気ディスクへのキズや素子部の磨耗・損傷の心配がない。

【0069】さらには、ロードビームの押し付け力に対抗するための揚力の大半を、磁気ヘッドスライダの空気流入端寄りに形成したパッドによって発生させるため、薄膜磁気素子部分が磁気ディスクに接触するようにした場合でも、磁気ディスクへの接触力は極僅かとなる。このため、磁気ヘッドスライダを磁気ディスクに接触させて記録/再生するコンタクトレコーディング方式の磁気ディスク装置へ使用した際には、摩擦/磨耗/破損の少ない、信頼性の高い磁気ディスク装置を提供することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ヘッドスライダを説明する図である。

【図2】本発明の磁気ヘッドスライダの一例を示す斜視図である。

【図3】図2の磁気ヘッドスライダの側面図である。

【図4】本発明による磁気ヘッドスライダの一例を示す斜視図である。

【図5】本発明による磁気ヘッドスライダの構造を説明する図である。

【図6】本発明による磁気ヘッドスライダの動作を説明する図である。

【図7】本発明による磁気ヘッドスライダの磁気ディスクの回転速度と磁気ヘッドスライダ流出端付近の隙間量の関係を説明する図である。

【図8】本発明による磁気ヘッドスライダの浮上量特性を示す図である。

【図9】本発明による磁気ヘッドスライダと従来型の浮上量特性の違いを説明する図である。

【図10】本発明による磁気ヘッドスライダの浮上量特性を示す図である。

【図11】本発明による磁気ヘッドスライダと従来型の浮上量特性の違いを説明する図である。

【図12】本発明による磁気ヘッドスライダの素子パッドの大きさとそこに発生する揚力および素子部の浮上量の関係を示した図である。

【図13】従来の2レールテーパフラット型磁気ヘッドスライダの例を示す斜視図である。

【図14】図13に示した、従来型の磁気ヘッドスライダの浮上量特性を説明する図である。

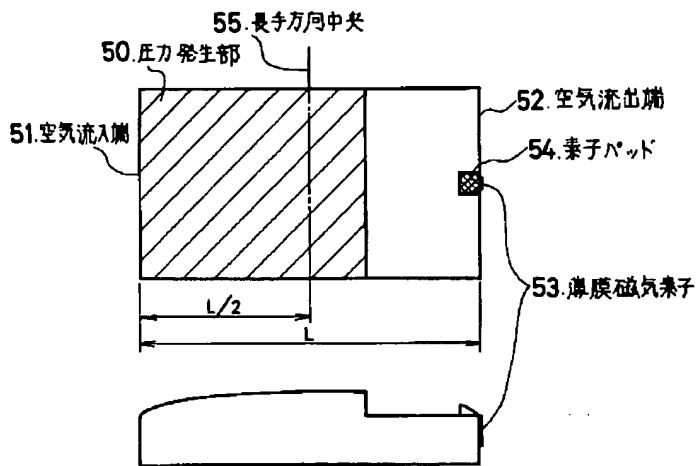
【図15】従来の負圧発生型磁気ヘッドスライダの例を示す斜視図である。

【図16】従来の磁気ヘッドスライダの他の例を示す斜視図である。

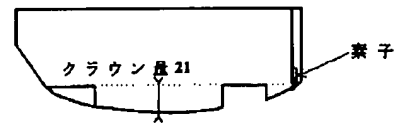
#### 【符号の説明】

- 1、3、31、32 第1のパッド
- 2、35 第2のパッド
- 2a、31a、32a テーパ
- 4、5 第3のパッド
- 6、39、54 素子パッド
- 8、38、53 薄膜磁気素子
- 9 リセス部
- 21 クラウン量
- 50 圧力発生部
- 51 空気流入端
- 52 空気流出端
- 55 長手方向中央

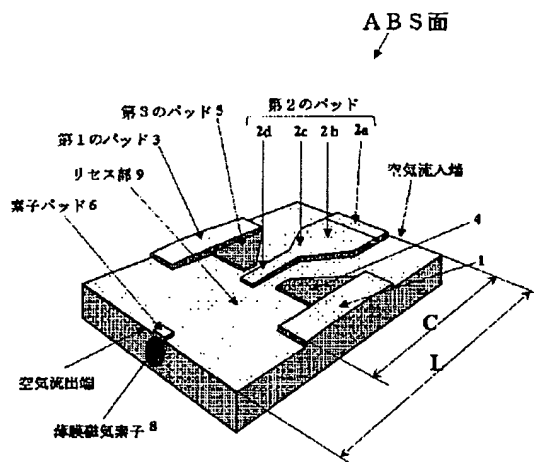
【図1】



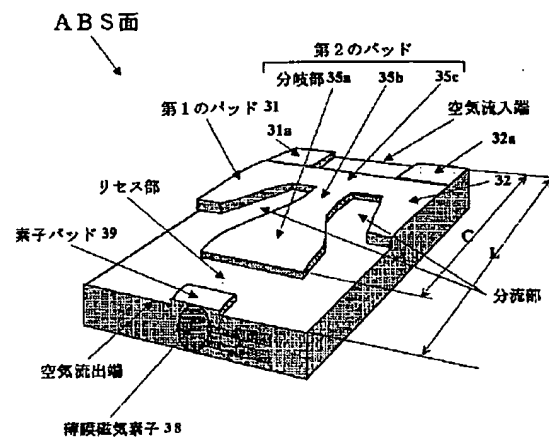
【図3】



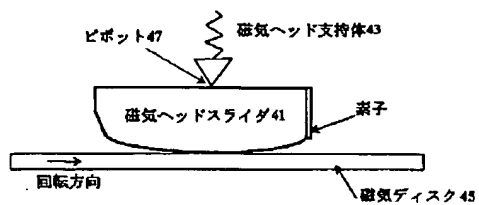
【図2】



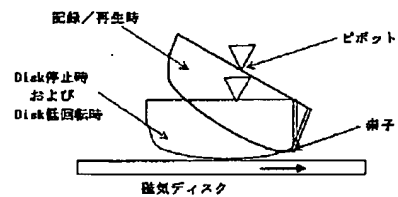
【図4】



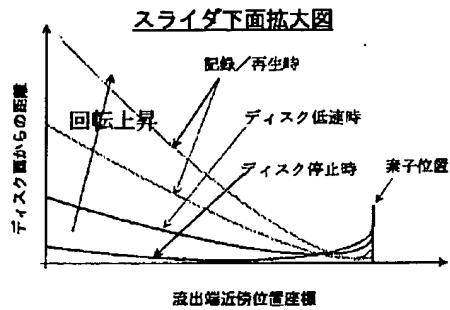
【図5】



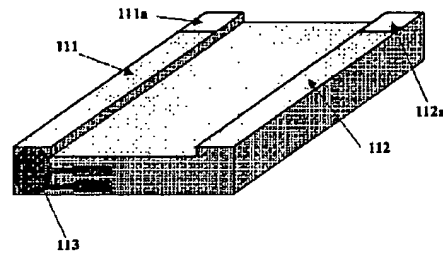
【図6】



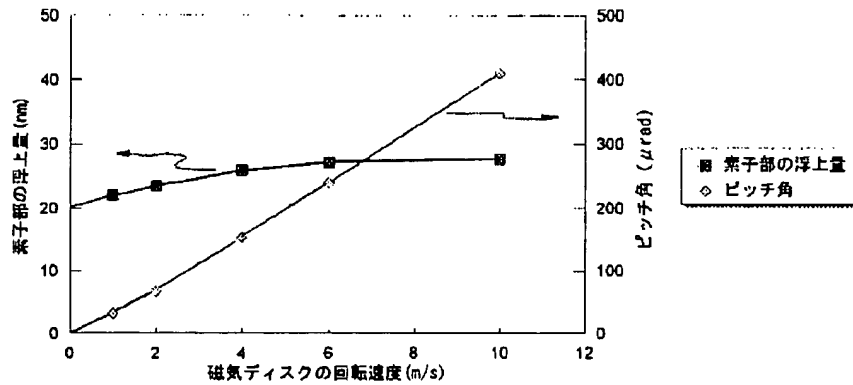
【図7】



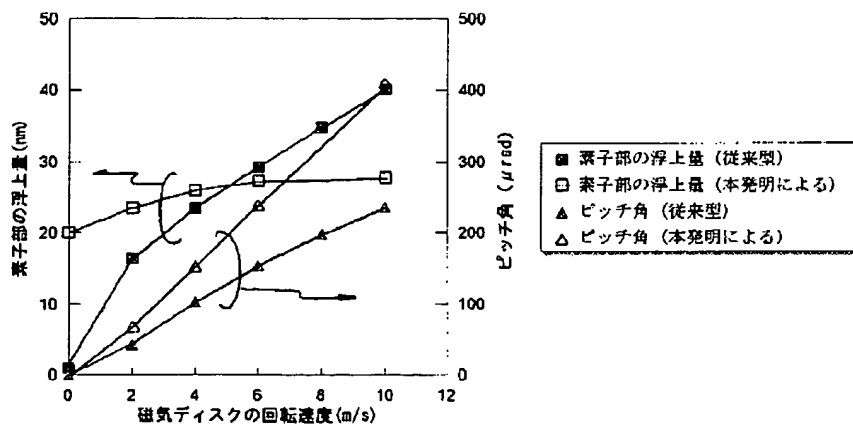
【図13】



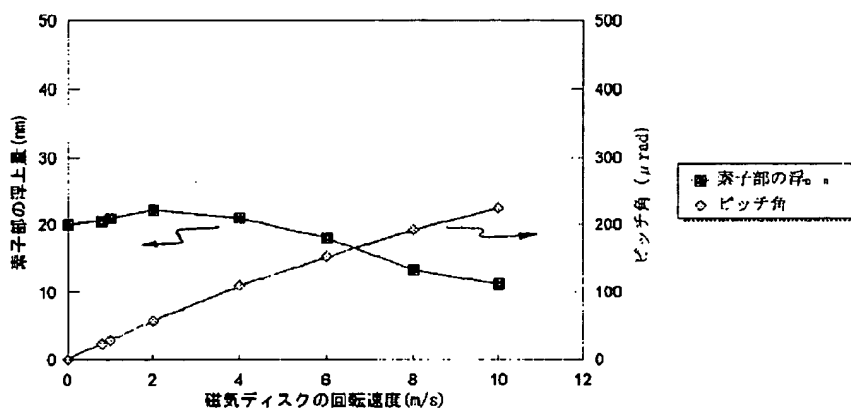
【図8】



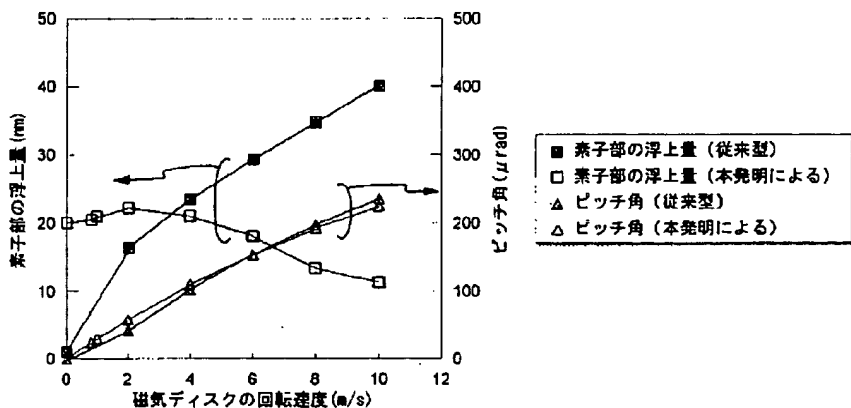
【図9】



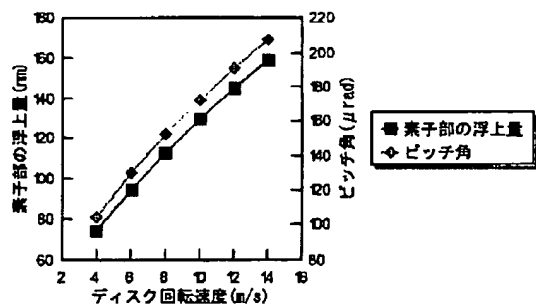
【図10】



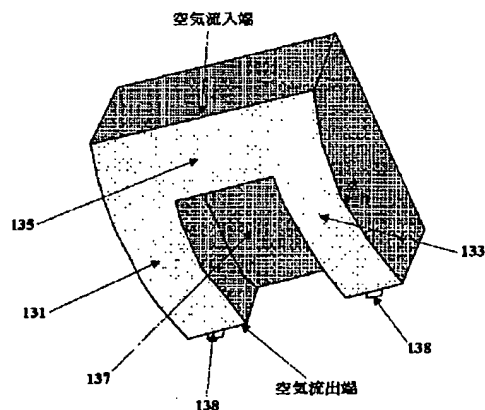
【図11】



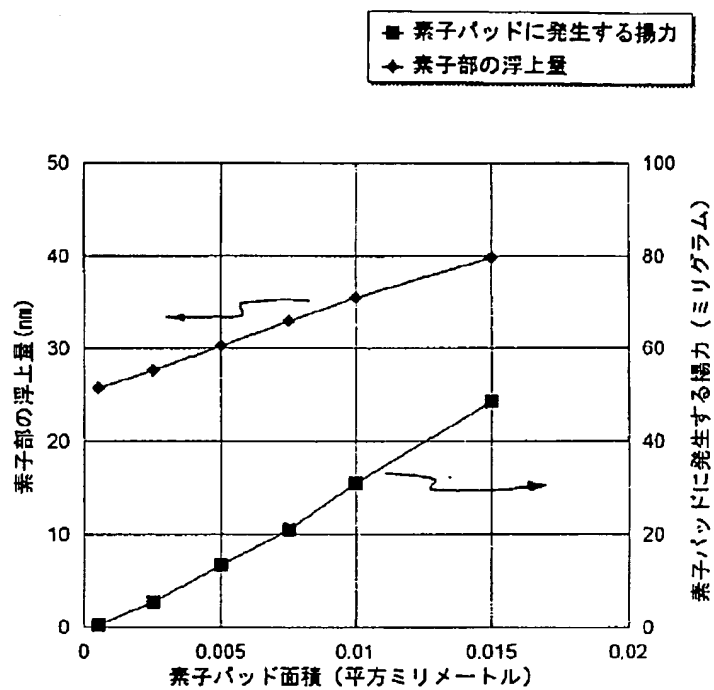
【図14】



【図15】



【図12】



【図16】

